植 物 分 类 与 资 源 学 报　2012，34 (6)：562～584
Plant Diversity and Resources　DOI：10.3724/SP.J.1143.2012.12145

iFlora 与植物志修订的若干思考
——以杜鹃花科白珠树属为例*

陆　露[1,2]，王　红[1,2**]，李德铢[1,2]
（1 中国科学院昆明植物研究所生物多样性与生物地理学重点实验室，云南 昆明　650201；
2 中国科学院昆明植物研究所中国西南野生生物种质资源库，云南 昆明　650201）

摘要：结合现代植物学、DNA 测序与信息等关键技术而产生的新一代智能植物志（iFlora），其研发中最首要和迫切的任务之一就是如何将前沿、准确和完善的植物数据信息进行特色整合及智能化处理，为用户提供一个客观而科学的，具理论和实际应用为一体的植物学知识共享平台，并有效地为国民经济发展提供有价值的植物资源信息渠道。本文简要介绍了与传统植物志和目前常用的电子植物志数据库相区别的 iFlora 数据信息的分级内容、特点和功能，并强调了作为 iFlora 的核心数据信息，即用于物种鉴定的植物 DNA 条形码、关键形态学分类特征、植物图像等识别数据，以及分子系统发育数据等。以杜鹃花科（Ericaceae）白珠树属（*Gaultheria*）和其属下红粉白珠（*G. hookeri*）为例，介绍了 iFlora 采用的三类数据（核心数据、基础数据和拓展数据）构成的三级信息及其功能，同时探讨了信息整合时可能遇到的问题。

关键词：新一代植物志；在线植物志；植物数据库；数据信息；植物志修订；白珠树属
中图分类号：Q 948.2，Q 949　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2095-0845(2012)06-562-23

Some Considerations on Data Integration for the Next-Generation Flora (iFlora) and Flora Revision
—— A Case Study of *Gaultheria* (Ericaceae)*

LU Lu[1,2], WANG Hong[1,2**], LI De-Zhu[1,2]
(1 *Key Laboratory of Biodiversity and Biogeography*, *Kunming Institute of Botany*, *Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650201, China; 2 *Germplasm Bank of Wild Species*, *Kunming Institute of Botany*, *Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650201, China)

Abstract: The next-generation intelligent Flora (iFlora) is designed to integrate current botanical knowledge, with molecular biology information and computer technology. The most important and urgent task for iFlora development is to search for an approach to incorporate all useful data into an accurate, most up-to-date and complete information database for a taxon, and hierarchically classify these data to meet different demands from iFlora users, to provide the user an authentic, scientific research-based platform for sharing botanic knowledge, and associated valuable information for the benefit of national economy and quality of our life. In this study, we summarized the innovations, hierarchical classifications and functions of data for iFlora, in contrast of that of the previous Floras and the frequently-used digital plant databases or eFloras. The innovation and essential of data compilation and integration of the iFlora was emphasized as intelligent assembly of data from DNA barcodes, key morphological characters, digital images and molecular phylogenetics with the support of computer techniques to achieve intelligent plant identification. We at-

* 基金项目：国家科技部科技基础工作专项项目；国家高科技研究发展计划（863 计划）（2012AA021801）；中国科学院大科学装置开放研究项目（2009-LSFGBOWS-01）
** 通讯作者：Author for correspondence；E-mail：wanghong@mail.kib.ac.cn
收稿日期：2012-11-05，2012-11-07 接受发表
作者简介：陆　露（1981-）女，博士，副研究员，主要从事系统与进化研究。E-mail：lulu@mail.kib.ac.cn

tempted to integrate previously assembled research data into the iFlora, and list three hierarchically classified data and their functions, and related issues, with the genus *Gaultheria* and one of its species, *G. hookeri*, as test case.

Key words: iFlora; Online flora; Plant database; Digital data; Flora revision; *Gaultheria*

2010 年“国际生物多样性公约”第十届缔约国大会上一致通过了最新的《全球植物保护战略（2011–2020）》（GSPC），其中最重要目标之一就是号召全世界植物研究机构共同合作，力争在 2020 年完成“全部已知植物的在线植物志”（online flora of all known plants）。随后此项决议于 2011 年在澳大利亚墨尔本召开的“第十八届国际植物学大会”上表决通过（李德铢和陆露, 2011）。2012 年 5 月，在加拿大蒙特利尔举行了世界已知植物在线植物志项目启动会；7 月，在美国密苏里植物园孟山都研究中心召开了该项目的规划实施会议，针对世界已知植物在线植物志的定义、功能和实现方式等制定了相关条款，并提出了基本的技术路径和存在问题。至此，世界已知植物在线植物志计划已初具雏形。中国作为该项目的积极推动者和参与者之一，开始尝试并努力研发全面、科学、实用和融合新知识的数字化植物志，为植物资源保护、储备和可持续利用，以及国家生态文明和生态安全提供重要的科技支撑并将产生深远意义。在此背景下，新一代智能植物志（iFlora）应运而生，以植物系统分类、生态学、环境科学为基础，将现代植物学、生物信息学、分子遗传学、数字化图像技术、GIS 和遥感系统等与计算机信息相关技术相结合，通过系列关键技术的集成和攻关，构建便捷、准确识别植物和掌握相关数字化信息的 iFlora，将引领和带动植物志数字化的跨越式发展，进一步提高我国植物分类学国际竞争力（李德铢等, 2012）。

iFlora 通过先进的计算机和网络技术实现植物智能化鉴定、信息管理、数据分析比较和数据共享转化等功能，首要和最关键的任务之一就是将前沿、准确、完善的植物生物多样性数据信息进行分级、划功能的特色整合及智能化处理，最大限度的为用户提供一个比较客观、集理论和实际应用为一体的植物学知识和资料的信息平台，这也是 iFlora 有别于传统植物志和其他电子植物志（eFlora）数据库的创新之处。iFlora 数据信息不再是简单的、基于形态学特征的分类关系集合，也不仅是对植物中文学名、拉丁学名、异名、俗名、分类等级、形态描述、生境、海拔、地理分布（少数有分布图）、功能用途、其他概述和参考文献等一些数据信息的平面式陈述，它是对形态学数据、分子生物学数据、图像数据、GIS 和遥感数据和其他相关数据进行分级、划功能的整合。首先，以植物 DNA 条形码、关键形态学分类特征、用于计算机分析和识别的植物图像和分布数据、分子系统发育等数据信息为中枢，借助计算机和网络技术进行智能化处理，实现物种鉴定。DNA 条形码（DNA Barcoding）技术是基于标准基因片段而实现的物种鉴定方法（Hebert 等, 2003）。它提供了分子水平的精细分类学标准，使物种的快速、准确鉴定成为可能，是目前进展最迅速的生物技术前沿之一。这种鉴定方式改变了传统认知物种的方式，主要通过遗传信息并借助计算机设备对物种进行识别和鉴定。其次，将植物名称、形态描述、生境、海拔、地理信息、经济用途等基础信息进行数据分析和信息管理，把植物最基本的生物多样性数据提供给用户。再次，通过超链接方式将多个交叉学科的研究内容、植物科普知识等信息进行拓展，通过计算机云服务技术的信息共享和应用平台，实现快速和人性化输出。让用户对植物进行更深层次的了解，并服务于生物多样性保护和利用以及知识普及和传播、生物多样性对环境变化反应的认识、保护生物学评估、生态法医学、大尺度的分子进化格局研究、生物多样性格局研究和功能生态学等多个方面，最大程度上满足国民经济和社会发展的需要，提高公众对生物多样性的认识。

在考虑对 iFlora 植物数据信息进行分级、划功能，智能化处理，管理分析、共享和转化的同时，也需要尽可能保证植物数据信息更加客观、完善并反应最新研究动态。目前我国相关科研学术机构相继建成或参建的电子化植物数据库，如：“中国植物物种信息数据库”、“中国生物多

样性 e-Science 平台”、“中文版网络生命大百科”，其植物数据信息大部分来源于主要完成于上世纪的经典工具书籍，如：《中国植物志》(《Flora of China》以此为基础)、《中国高等植物图鉴》、《中国种子植物科属词典（第二版）》、各地地方植物志、各地区植物名录或是相关研究论文。这些信息来源是经过特定的植物学工作积累获得的，但随着近十年来生物学，特别是分子生物学新技术手段的应用，植物生物多样性数据不断地加速更新，许多上述信息数据也开始日显不足或相对滞后，相关内容没有根据学科发展及时更正或更新。例如，《中国植物志》及《Flora of China》还缺少凭证标本、物种详细的地理分布（如 GPS 信息）和经济植物信息等现代植物志必需的元素等；一些早期研究缺乏系统性，或者分子证据表明不是单系起源的目、科、属，也在被子植物 APG III（2009）框架下作出了较大的调整；目前一些科、属已经或即将完成专著性研究，进行较为完善的分类学修订，但这部分工作还没有在已有的数字化植物数据库中得到较好的整合和体现。因此，运用现代生物学手段，把相关分类学修订和研究内容整合进 iFlora 数据系统中也是至关重要的。

1　iFlora 植物数据信息分级和功能

获得 iFlora 的数据信息就是将植物有价值的数据从文献、书籍、网络、视频等媒介里面抽提出来，获得第一手原材料，通过选取、分析、加工成为规范化和标准化的信息，待于下一步数字化和智能化处理，最终这些信息将会根据用户的需求，以特定的格式输出。然而，在对 iFlora 植物数据进行数字化和智能化处理之前，最重要地就是将大量汇总的数据进行分级和功能划分，进行特色整合。以下将逐一介绍。

1.1　核心数据（一级信息）

iFlora 数据信息有别于传统植物志和目前常用数字化数据库之处在于：其首次将用于植物鉴定的核心数据进行整合，通过计算机技术，将这些数据集成在一个小型操作平台上，通过独特的 iFlora 智能装置，运用于物种鉴定。这些数据包括：（1）DNA 条形码信息（通过 Sanger 测序或是高通量测序的遗传信息，所用的 DNA 条形码的来源及 GenBank 序列号，附有凭证标本信息，如馆藏地、采集记录或植物图片，有需要时将代表类群与其近缘类群的 DNA 条形码序列矩阵以附件形式列出，条件允许时可对相应的鉴别位点进行标注说明）；（2）类群有别于近缘类群的关键分类性状/特征，特别是基于分子系统发育与性状演化分析得到的形态学共衍征；（3）分子系统发育数据：系统位置（需引证依据的系统或专著性文献，列出门、纲、目、科、亚科、族、属等直至鉴别类群的分类阶元，名称需提供中文和拉丁文）、分子系统发育简述（简要概述该类群的单源性、进化机制、分子系统发育结果及存在问题并提供最新的分类学修订数据）、分子系统发育树图（包括显示该类群的系统位置的系统树和类群内系统发育关系的系统树；如该类群分布区不限于中国，还应指出其在系统树上中国种类的位置）、用于分子系统发育研究过的分子手段及分子片段（Sanger 测序或是高通量测序）；（4）用于类群鉴定的植物图像数据【通过大量收集具有高分辨率的植物馆藏标本数码图片、野外拍摄的植物彩色数字化图片（生境、植株整体、花、果，以及特殊结构等），采用区域特征分析算法，并对茎、叶、花、果等形态性状进行生物统计学分析建立数学模型，结合计算机图像处理技术提取类群的特征点，对该类群进行智能化二维鉴定，将与该类群形态（如叶片和叶脉类型、花结构、或果实性状）相似的一些类群提取出来进行下一步分析，或是直接达到准确鉴定】。这样就可能通过以上植物特征和相关数据进行检索，实现物种鉴定。

1.2　基础数据（二级信息）

与目前常用的数字化植物数据库相同，iFlora 的数据信息也提供或是超链接类群生物多样性的基础数据，利于用户对类群进行基本认知。这部分数据也可通过转化和标准化，与其他数字化数据库【如全球生物多样性信息机构（GBIF）、生命大百科（EOL），物种 2 000 中国节点等】相互进行信息共享。这些数据信息包括（1）植物名称：中文名、中文地方名、拉丁名、异名；（2）形态学描述（完整的形态特征描述）；（3）物候特征（开花、结果时间）；（4）生境（包括伴生种、岩石、土质等）；（5）海拔；（6）出现

频度；（7）世界和中国种数及分布（配有世界和中国分布图，种级及以下分类阶元的数据具体到县级分布地点，如狭域特有种应具体到小地名和附有 GPS 信息）；（8）模式标本及中文名和拉丁名、分布地、采集记录、馆藏地、其他相关信息链接；（9）经济用途（食用、药用、工业用、观赏、毒性等）；（10）形态学分类研究简史；（11）类群群下分类阶元名单（如一个属所包含的物种的名单）。

1.3　拓展数据（三级信息）

在综合上述生物多样性数据的基础上，类群各个交叉学科领域的相关研究成果也将整合为 iFlora 拓展数据，满足需要对该类群进行深入认识的用户，或满足其他教育、科普之用。这些数据信息包括：（1）各广义形态学分支学科研究成果简述（例如叶解剖、木质解剖、胚胎学、花粉形态学、小孢子发生、种子形态学、染色体、传粉生物学、次生代谢产物、生态学、生物地理学等，可以列出文献引证或设置网络连接）；（2）民族植物学（各民族使用状况等）；（3）保护生物学【保护状况，如受到国际自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN Red List of Threatened Species）】保护的种类和保护等级等，某些种类特殊的濒危原因和保护机制，迁地保护和就地保护状况等；（4）该属植物的引种栽培方法；（5）其他相关数据信息。

作为信息，这些 iFlora 的植物数据信息满足了如下属性：（1）事实性：反映信息的真实性，如：所有数据标注出处来源、列出参考文献，植物名称、等级、描述等做到有权威专科专属植物学工作者把关，并附有凭证标本，植物地理分布区尽可能详尽，例如至少到县级水平或小地名，最大限度地客观准确。（2）等级性：庞大的汇总数据并非简单组合，数据被进行了分级、划功能处理，例如，DNA 条形码、植物形态的关键分类特征、分子系统发育、植物图像信息、作为 iFlora 的一级信息，通过 iFlora 智能装置用户就可以完成对植物的鉴定，并掌握其系统演化关系的知识。植物基本的名称、形态描述、生境、地理分布、经济用途等基础信息，其他与该植物有关的各分支学科研究成果及科普知识可依次分为下一级信息，以满足不同用户的不同检索需求。（3）可压缩性：通过计算机辅助，可将 DNA 条形码关键识别位点、关键形态学特征、分子系统发育关系及存在问题、各广义形态学基本特征、其他学科方面的特殊性、基本用途等信息进行压缩，方便用户对该植物各个方面进行最基本的认识。（4）扩展性：许多植物数据信息可以通过超链接和引证等方式，将其他网点、数据库和文献书籍的相关数据联系起来，扩展出更多的信息，扩大用户知识面。（5）传输性：植物数据信息将通过计算机网络载体和研发出的 iFlora 智能装置，将信息进行有效的扩展传递。（6）分享性：许多普通数字化植物数据库仅有植物分类学方面的相关信息，用户范围受到了很大的局限，植物数据信息的整合应尽可能地满足更多用户的其他需求，在现有研究基础上，提供更完善的资料，不仅可以服务于植物学及其分支学科科研人员和相关教育人员，也可服务于植物学爱好者和国家社会经济领域（食品、药材安全，海关、司法鉴定等对植物物种准确、快速识别和遗传信息高效获取有着强烈需求的部门）。（7）增殖和转换性：植物数据信息同其他信息一样，也具有一定的时效性，近年来分子系统发育和其他分支学科手段的介入，修改了部分旧信息并补充了更多新信息，如果 iFlora 中的数据信息不能反映最新的科研变化状态，它的效用就会大大减弱。因此，这些数据信息应是动态的、可以通过 GPS 卫星定位系统和网络系统，允许掌握专业信息的用户上传相关信息，随时更新，不断增殖和转换。

进行数据整合时，类群的名称应参照最新的《国际植物命名法规》进行核实，参考《中国植物志》和《Flora of China》以及对该类群最新的专著性研究结果和分类学修订。一些未经过专著性研究的类群，以《中国植物志》和《Flora of China》作为主要参考，虽然植物志提供的某些信息可能滞后或不完善，但这些历史性积累能暂时为相关类群提供主要或唯一的数据来源。另外，以最新的被子植物系统发育 APG（2009）系统作为 iFlora 高级分类阶元（科以上）的系统排序的主要参考，以最新分子系统发育和专著性研究结果作为相关较低分类阶元（科以下，属及种等）系统排序的主要参考。

2 以中国白珠树属为例的 iFlora 数据信息构想

白珠树属（*Gaultheria* Kalm ex L.）属于被子植物（Angiosperms）真双子叶（Eudicots）杜鹃花目（Ericales）杜鹃花科（Ericaceae）越桔亚科（Vaccinioideae）的白珠树族（Gaultherieae）(Kron 等, 2002)，是杜鹃花科中物种多样性较高的类群，具有广泛的环太平洋分布样式，有135种左右（Fang 和 Stevens，2005）。该属植物是具有较高经济价值的著名资源植物——冬青油植物（the wintergreens），具有色泽诱人的浆果状硕果（或浆果）(Kron 等，2002)，也是重要的园林观赏植物。Powell 和 Kron（2001）基于分子证据揭示了该属为一并系。Bush 等（2009）研究了白珠树族的分子系统发育，发现中国分布的白珠树属植物为多系群。中国白珠树属植物占世界物种量的近三分之一。其生境、生活习性及形态特征上较其它地区的该类植物表现了更高度的多样化（Lu 等，2010a）。从徐廷志（1981）开始，此后30年，中外学者一直在对中国白珠树属进行分类学研究（徐廷志，1991；Middleton，1991a；Fang，1999；Fang 和 Stevens，2005；Fritsch 等，2008；Lu 等，2010a）。其中徐廷志（1991）与 Fang 和 Stevens（2005）分别完成了《中国植物志》和《Flora of China》，各自描述了中国白珠树属植物25种10变种和32种19变种。然而，近年来，作者等通过对该类群进行了分子系统发育和各分支学科的研究，以及数年野外考察（Fritsch 等，2008；Lu 等，2009，2010a，b），表明该类群需要在《中国植物志》和《Flora of China》的基础上进行更完善的分类学修订，全属种类达到50种以上（Lu 等，2010a）。

本文以中国白珠树属为例，对该类群及其属下1种红粉白珠（*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke）的 iFlora 数据信息的分级、分类、内容和功能进行了介绍（表1和2）。数据信息分为三级（三类），即核心数据（一级信息）、基础数据（二级信息）和拓展数据（三级信息）。其中，核心数据包括 DNA 条形码数据、关键识别特征、植物图像识别数据和分子系统发育核心数据，构成了物种鉴定的一级信息。基础数据包括分类学名称、形态学描述、生境、物候特征、出现频度、种数及分布、模式信息、经济用途、形态学分类研究历史、物种名单，构成了用于植物基本知识认知的二级信息。拓展数据包括分支学科解剖学、胚胎学、孢粉学、种子形态学、传粉生物学、染色体、次生代谢产物、植物共生关系、生物地理学、民族植物学、保护状况、植物栽培方法，构成了用于对植物进行深入认识的三级信息。

3 iFlora 植物数据信息整合存在问题

本文所构想的 iFlora 数据信息，仅仅是一个初步探讨，未来 iFlora 数据信息的种类和特性还需要进一步完善。在对数据信息整合时，还存在许多亟待解决的问题，例如：对研究不完善，或是基本没有进行专著性研究的类群；缺乏分子系统发育和 DNA 条形码研究，这些类群数据信息的获得可能有一定的滞后性，需要逐步更新；图表数据格式也需要进行统一和规范化，包括使用的植物彩色数字化图片的分辨率、大小和类型；分子系统发育树的类型（最大简约树、最大似然树、或贝叶斯树，带枝长或不带枝长）、样式［圆形图（cicular tree）、方形图（square tree）、斜线图（diagonal tree）或其他］、树上标注的参数（支持率、枝长或分歧时间等）；地理分布图使用的底图来源和类型，分布图为以县级为单位的大致分布图，或是具有 GPS 信息的详细分布图。另外，如何借助计算机，展示 DNA 条形码鉴别位点；如何显示植物名称的拉丁文和英文翻译；如何将植物名称和相关信息进行其他关联链接；如何实现数据信息动态更新；如何通过专著性研究的专家进行审核把关；如何处理信息链接的相关网络或数据库过期或关闭等一系列问题也需要逐步解决。因此，在这个基本框架下，未来 iFlora 数据信息整合和研发还需要与时俱进地进一步细化和制定出更完善的标准。

致谢：感谢本所蔡杰和张挺先生提出的宝贵建议。

表 1　杜鹃花科白珠树属 iFlora 数据信息

Table 1　iFlora data information of *Gaultheria* Kalm ex L.（Ericaceae）

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
核心数据（一级信息）Core data（primary information）	DNA 条形码数据	ITS、*rbc*L 和 *mat*K 三个通用 DNA 条形码信息以鉴别该属属间关系（Kron 等，2002；Bush 等，2009；Fritsch 等，2011）（详细信息见例表 1）	白珠树属及白珠树族其他近缘属的 ITS 序列矩阵（序列来源：NCBI GenBank） 附件：ITS data matrix of *Gaultheria* and related genera 白珠树属及白珠树族其他近缘属的 rbcL 序列矩阵（序列来源：NCBI GenBank） 附件：*rbc*L data matrix of *Gaultheria* and related genera 白珠树属及白珠树族其他近缘属的 matK 序列矩阵（序列来源：NCBI GenBank） 附件：*mat*K data matrix of *Gaultheria* and related genera	属级分类阶元的智能化鉴定
	关键识别特征	关键分类特征	常绿灌木；碾碎后通常具有浓烈的冬青油（乙酰水杨酸）气味；花单生叶腋，或顶生或腋生为总状花序或圆锥花序，花芽有时秋季萌出；苞片 1 枚，包被总状花序于叶腋内；小苞片通常 2 枚，常对生，稀多少互生；花萼 5 深裂、稀 4 裂，合生；果通常为近球状蒴果，或为浆果；花托和花萼花后膨大，多少肉质，稀纸质，黑色、深紫色、蓝色、粉红色、红色和白色；染色体 $2n=22$、24、或 26，或基于 $n=11$ 或 12 的多倍体。	
	植物图像识别数据	植物馆藏标本图片、植物彩色图片	收集中国白珠树属植物物种图片彩图，采用区域特征分析算法，并对茎、叶、花、果、等形态性状进行生物统计学分析建立数学模型，结合计算机图像处理技术提取白珠树属属级水平的特征点，对该属植物进行相关的智能化二维鉴定，将与形态相似的一些类群抽提出来，或达到准确鉴定	
	分子系统发育	依据 APG III（2009）和 Kron 等（2002） 门：植物门 Plantae 分类阶元：被子植物 Angiosperms 分类阶元：双子叶植物 Eudicots 分类阶元：菊类 Asterids 目：杜鹃花目 Ericales Dumort. 科：杜鹃花科 Ericaceae Durande 亚科：越橘亚科 Vaccinioideae Am. 族：白珠树族 Gaultherieae Nied. 属：白珠树属 *Gaultheria* Kalm ex L	白珠树属不是一单系。在白珠树族中，白珠树属、簇白珠属（*Diplycosia* Blume）和腺白珠属（*Tepuia* Camp）组成了一单系群——冬绿群“Wintergreen group”。水杨酸甲酯的存在被证明是冬绿群的一个共衍征，该性状状态随后在许多种中消失。簇白珠属和腺白珠属植物各自聚成一支，前者嵌入白珠树属中，后者处于冬绿群的最基部（例图 1 示）。中国白珠树属为一多系，分别聚在 4 个不同的分支上，即：核心东亚分支（Core East Asian clade，约 70 种，例图 2 示）、Sympodial clade（约 5 种）、Ser. *Hispidulae* 分支（2 种）、和 Ser. *Gymnobotrys* 分支（约 8 种）（Powell 和 Kron，2001；Bush 等，2009；Lu 等，2010a；Fritsch 等，2011）。	了解鉴定物种的分子系统发育关系和相关演化式样，获得近缘类群信息
		已研究分子片段	ITS、*rpl*16、*trn*G-*trn*S、*trn*L-*trn*F、*mat*K、*ndh*F、Leafy、Waxy、*rbc*L、*trn*H-*psb*A、*atp*B-*rbc*L	

续表 1 Continued table 1

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
基础数据（二级信息）Basal data (secondary information)	分类学名称	中文名、拉丁名、异名	中文名：白珠树属；拉丁名：*Gaultheria* Kalm ex Linnaeus, Sp. Pl. 1：395. 1753.；异名：*Brossaea* Linnaeus, Sp. Pl. 2：1190. 1753. 伏地杜属 *Chiogenes* Salisbury, Trans. Hort. Soc. London 2：94. 1817. ≡*Glyciphylla* Rafinesque, Am. Month. Mag. 4：192. 1819. ≡*Phalerocarpus* G. Don, Gen. Syst. 3：841. 1834. ≡*Lasierpa* Torrey, Geol. Rep. New York, 152. 1839.	获得白珠树属的分类和系统学的基础数据，对该属植物进行基本认知
	形态学描述	整合中国植物志、Flora of China、白珠树属专著性研究（Fritsch 等，2008）数据	常绿灌木；高 1–1.5～5 m；茎直立、攀援或平卧；陆生或稀附生；两性花，雌雄异株，雌花两性花异株；被单毛，单细胞或缺腺体的多细胞的或顶端有腺体的毛；顶芽退化，腋芽具多数覆瓦状排列的鳞片；托叶缺失；单叶，通常螺旋状排列，具柄，碾碎后通常具有浓烈的冬青油（乙酰水杨酸）气味；主脉和次级脉常为羽状脉，偶为位于中脉两侧的基出二脉；叶边缘具锯齿或钝齿，齿顶端具腺体或毛；叶尖端具腺体或锐突，0.3～10 cm 长；花单生叶腋，或顶生或腋生为总状花序或圆锥花序，花芽有时秋季萌出，辐射对称；花梗具关节；苞片 1 枚，多少勺状，包被总状花序于叶腋内；小苞片通常 2 枚，常对生，稀多少互生，多少勺状；花萼 5 深裂、稀 4 裂，合生；花冠浅裂管状、钟状或坛状，浅绿色、白色、粉红色或红色，合瓣，口部 5 裂，稀 4 裂；雄蕊藏于花内，与花冠分离，2～6、8 或 10 枚，雌性花具丝状退化雄蕊，具或无花药状结构；花丝扁平直立，具小乳突，通常近中部或中下部膨大，近等长；花药发育时倒置，2 室，钝头或每室有 1～2 芒（1 芒有时顶端分叉）或小突起，顶孔开裂；蜜腺盘状，具约 10 枚三角形或锥形裂片；雄蕊具（2–4）5（6）心皮；子房上位或稀稍微半下位，每室具 5～10、或多粒胚珠；花柱 1，单一，中空柱状，柱头截形；果通常为近球状蒴果，室背开裂或不规则开裂，常具宿存的花柱，或为浆果；花托和花萼花后膨大，多少肉质，稀纸质，黑色、深紫色、蓝色、粉红色、红色和白色；种子多数，直径近 1～1.5 mm，具棱，种皮细胞等轴长或略延伸；染色体 $2n=22$、24、或 26，或基于 $n=11$ 或 12 的多倍体。	
	生境	分布地地形地貌、植被类型、土壤岩石基质、海拔等。	主要见于高山峡谷的灌木丛林、云雾林、亚高山林地、高山草甸灌丛、冰川或火山口边缘（Sleumer, 1967; Corcoran, 1981），部分种沿海岸线分布（如北美的 *Gaultheria shallon* Pursh）。海拔从 0 至 4 800 m 左右（Fritsch 等，2008）。 多生长在路边、山坡岩石或峭壁陡坡上、杂木林中、林缘或灌丛下等受干扰地区（Middleton, 1991b），喜阳喜湿，土壤母质一般为花岗岩、大理石及风化岩，土壤一般为非碱性的沙壤土（Thomas, 1992）。	

续表 1　Continued table 1

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
基础数据（二级信息）Basal data (secondary information)	种数及分布	世界分布地点及分布图、中国分布地点及分布图	世界：全世界近 135 种，呈环太平洋分布（例图 3 示）。广布亚洲东部（日本、中国、喜马拉雅邻近地区，部分种西至印度南部和斯里兰卡）、亚洲南部（马来群岛）、大洋洲（新几内亚、澳大利亚大陆、塔斯马尼亚、新西兰）、北美洲及南美洲（少数在北美，多数自墨西哥向南经巴西沿安第斯山至智利）（徐廷志，1991；Fang 和 Stevens，2005；Fritsch 等，2008）。 中国：中国近 50 种，主要分布在中国西南部云南、四川西部和西藏南部（例图 4 示），白果白珠及相关变种（如滇白珠）广布于长江以南大部分省区，部分种分布于台湾（徐廷志，1991；Fang 和 Stevens，2005；Fritsch 等，2008；Lu 等，2010a）。	获得白珠树属的分类和系统学的基础数据，对该属植物进行基本认知
	模式种	*Gaultheria procumbens* L. 分布地：北美 馆藏地及标本信息：未知	参考链接： 北美植物志（Flora of North America） http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=220005469 维基百科　http://en.wikipedia.org/wiki/Gaultheria_procumbens	
	经济用途	白珠树属的经济价值：食用、药用、工业用、观赏等，以及毒性	许多在西方国家是具有较高经济价值的著名资源植物，植株四季常绿、外形秀美、果实色泽艳丽而使得整体观赏效果较好，如 *Gaultheria mucronata*（L. f.）Hook. & Arn.，*G. shallon* Pursh（Salal）和 *G. adenothix* Maxim. 等。大多数含有芳香油（乙酰水杨酸）、苷类、黄酮类、木脂素类等多种化合物，具有抑菌消炎、抗心血管疾病的功能，是天然的“阿司匹林”。从白珠树属植物提取出来的精油可用于制作日用香精（如香熏等化妆原料和牙膏口腔清洁剂）和食品香精（胶母糖、糕点）。许多种类的果实或叶子也可以直接食用、做成调味品或是茶饮。在中国，滇白珠与芳香白珠被作为中药使用。全株入药，具有清热解毒、抗炎镇痛、活血祛瘀、祛风除湿、和降气平喘。洗净切段晒干或鲜用，主治风湿性关节炎，跌打损伤，胃寒疼痛，风寒感冒，痛经，利尿。 参考链接： 维基百科　http://en.wikipedia.org/wiki/Gaultheria_procumbens http://en.wikipedia.org/wiki/Gaultheria_shallon http://en.wikipedia.org/wiki/Gaultheria_mucronata 搜搜百科　http://baike.soso.com/v30959.htm?ch=ch.bk.innerlink 医学百科　http://www.wiki8.com/ 中国数字植物标本馆　http://www.cvh.org.cn/ http://www.pfaf.org/user/plant.aspx?latinname=Gaultheria+procumbens	

续表 1 Continued table 1

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
基础数据（二级信息）Basal data (secondary information)	形态学分类研究	白珠树属是白珠树族中最大的属，占该族类群的 50% 以上，是该族系统关系最复杂的属，长期以来倍受争议。传统上一直将该属置于 Stevens（1971）系统下缐木族“*Gaultheria* group”中。Don（1834）、Copeland（1932）、Camp（1939）、Airy-Shaw（1940）分别对地区分布的白珠树属进行了基于形态的分类。Stevens（1970，1971）将伏地杜属 *Chiogenes* Salisbury 和 *Pernettya* Gaudich. 归入白珠树属中。Middleton（1991a）通过 14 个形态特征，较完善地对白珠树属 130 多种进行了基于营养及繁殖器官、染色体、地理分布和植物化合物的系统分类。该属被分为 10 个组 22 个系，其中 7 组为单花类群，3 组为总状花序类群。中国白珠树属植物被置于该系统的 4 组 7 系（例图 5 示）		获得白珠树属的分类和系统学的基础数据，对该属植物进行基本认知
	物种名单	白珠树属现有物种【依据中国植物志、Flora of China、白珠树属专著性研究（Fritsch 等，2008）】高山白珠树 *Gaultheria borneensis* Stapf；短柄白珠 *Gaultheria brevistipes*（C. Y. Wu & T. Z. Hsu）R. C. Fang；苍山白珠 *Gaultheria cardiosepala* Hand. -Mazz.；钟花白珠 *Gaultheria codonantha* Airy Shaw；四川白珠 *Gaultheria cuneata*（Rehder & E. H. Wilson）Bean；苍白叶白珠 *Gaultheria discolor* Nutt. ex Hook. f.；长梗白珠 *Gaultheria dolichopoda* Airy Shaw；丛林白珠 *Gaultheria dumicola* W. W. Sm.；须毛白珠 *Gaultheria eciliata*（Rae & D. G. Long）P. W. Fritsch & L. H. Zhou；芳香白珠 *Gaultheria fragrantissima* Wall.；尾叶白珠 *Gaultheria griffithiana* Wight；异数白珠 *Gaultheria heteromera* R. C. Fang；红粉白珠 *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke；绿背白珠 *Gaultheria hypochlora* Airy Shaw；景东白珠 *Gaultheria jingdongensis* R. C. Fang；白果白珠 *Gaultheria leucocarpa* Blume；长苞白珠 *Gaultheria longibracteolata* R. C. Fang；长序白珠 *Gaultheria longiracemosa* Y. C. Yang；白果华白珠 *Gaultheria nivea*（J. Anthony）Airy Shaw；短穗白珠 *Gaultheria notabilis* J. Anthony；铜钱叶白珠 *Gaultheria nummularioides* D. Don；草地白珠 *Gaultheria praticola* C. Y. Wu & T. Z. Hsu；平卧白珠 *Gaultheria prostrata* W. W. Sm.；假短穗白珠 *Gaultheria pseudonotabilis* H. Li ex R. C. Fang；紫背白珠 *Gaultheria purpurea* R. C. Fang；鹿蹄草叶白珠 *Gaultheria pyrolifolia* Hook. f. ex C. B. Clarke；五雄白珠 *Gaultheria semi-infera*（C. B. Clarke）Airy Shaw；华白珠 *Gaultheria sinensis* J. Anthony；草黄白珠 *Gaultheria straminea* R. C. Fang；伏地白珠 *Gaultheria suborbicularis* W. W. Sm.；台湾白珠 *Gaultheria taiwaniana* S. S. Ying；细叶白珠 *Gaultheria thymifolia* Stapf ex Airy Shaw；刚毛白珠 *Gaultheria trichophylla* Royle；三棱枝白珠 *Gaultheria trigonoclada* R. C. Fang 西藏白珠 *Gaultheria wardii* C. Marquand & Airy Shaw		
拓展数据（三级信息）Additional data (Tertiary information)	解剖学	木髓分为四种类型，即：① 髓中央细胞大而壁薄，周围细胞小而壁厚的“Calluna”型，② 两种细胞在髓部分散存在的“Heterogeneous”型，③ 所有细胞大小一致，且壁厚的“Homogeneous”型，⑤ 薄壁，但细胞大小的差异不显著的类型（Middleton，1993）。白珠树族的木材解剖结构和次生木质部等特征支持基于分子证据的 Kron 等（2002）分类系统（Lens，2004）。 其他文献：Niedenzu（1890）、Camp（1939）、Cox（1948）、Lems（1964）、Watson（1964）、Stevens（1969）、Judd（1981，1982）、Baas（1985）		整合白珠树属各个交叉学科领域的相关研究成果，对该属植物进行更深入的认识

续表 1　Continued table 1

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
拓展数据（三级信息）Additional data (Tertiary information)	胚胎学	具有分类学意义的胚胎学特征有：① 珠心分裂的时间，② 外表皮层的分化程度，③ 雌配子体发育的时间和程度，④ 极核融合的时间，⑤ 反足细胞发育的程度，⑤ 胚乳吸器发育的时间和程度（Ariy-shaw, 1940）。白珠树属一般为蓼型胚囊，反足细胞较大（Chou, 1952; Villamil 和 Palser, 1980; Hermann 和 Palser, 2000）。 其他文献：Samuelsson（1913）、Matthews 和 Knox（1926）		整合白珠树属各个交叉学科领域的相关研究成果，对该属植物进行更深入的认识
	孢粉学	花粉均为四合体，四合体直径从 22.9～51.5 μm；单粒三环孔沟萌发孔，外壁纹饰多样，具有光滑、颗粒状、颗粒-皱纹状或中间类型（Lu 等, 2009）。		
	种子形态学	种子形状为近球状、近椭圆状、斜锥状、梯形状、钝尖椭圆状和尖马蹄状。大多数表面具有光泽，黄色、浅褐色、褐色或深褐色。一般在 0.37×0.26 至 1.98×0.84 mm 之间。种衣初级纹饰分为皱纹-网状、网状、模糊网状、模糊侧面网状+背腹面负网状、侧面网状+背腹面负网状和负网状。表皮细胞分为短窄伸长形、近圆或近圆多边形、伸长形、条形和云形（Lu 等, 2010b）。		
	传粉生物学	白果白珠和铜钱叶白珠等种为雄蕊先熟和自花授粉，未观察到昆虫拜访（引自 Sleumer, 1967）。*Gaultheria procumbens* L. 主要为自花授粉，偶尔异花授粉（熊蜂）（Reader 等, 1977; Mirick 和 Quinn, 1981）。异数白珠和五雄白珠分别有熊蜂和胡蜂拜访（Lu 等, 2010a）。		
	染色体	染色体基数一般为 $x=11$，除少数种为 $x=12$，$x=13$。*Gaultheria shallon* Pursh 为八倍体（$2n=88$），*Pernettya mucronata*（Linn. f.）Sprengel 为六倍体（$2n=66$），多倍化杂交是该类群物种形成的一种重要方式（Callan, 1941），模式种 *G. procumbens* L. 的染色体为 $n=11$, 12, 22, 44（Newcomer, 1941; Nelson, 1978），中国白珠树属 Sect. *Leucothoides* 大多数种为四倍体，四川白珠和高山白珠树等为二倍体（Middleton, 1990）。 其他文献：Hagerup（1928）、Mehra 和 Bawa（1969）、Stevens（1969, 1971）、Love 和 Love（1973）、Pojar（1974）、Hersey 和 Vander（1976）、Sanders 等（1983）、Argent 和 Brunton（1984）		
	次生代谢产物	水杨酸甲酯广泛存在于 Sect. *Leucothoides* 及其他一些类群中（Towers 等, 1966），所含的芳香类和单酚类化合物对分类有一定的作用（Milddleton, 1992）。木脂素苷的含量具有种间差异性（马小军等, 2002）。 其他文献：Ibrahim 和 Towers（1960）、Harborne（1967）、Ellis 和 Towers（1969）以及 Corcoran（1981）		
	植物共生关系	存在共生菌根，真菌如 *Oidiodendron griseum* Robak、石楠类菌根菌（ERM）、具隔膜黑色内生真菌（DSE）、和灌木菌根菌（AM）（Xiao 和 Berch, 1992; Urcelay, 2002） 其他文献：Rains 等（2003）		

续表 1 Continued table 1

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
拓展数据（三级信息）Additional data (Tertiary information)	生物地理学	白珠树属为典型的环太平洋间断分布，具有南太平洋扩展和早期起源的可能（吴征镒，2003）。Kron 等（2005）通过分子系统发育揭示了杜鹃花科及越橘亚科起源于劳亚古陆。白珠属植物叶和果颜色的季节性变化对鸟类的选择和种子的散布有重要的影响，并对该属的扩散和分布格局起到了重要作用（French，1992；Burns 和 Dalen，2002）。徐廷志（1981）提出起源于我国西南部的白珠树属植物，从祖先地出发，通过滇白珠进入东南亚和印尼，在海洋性气候条件和岛屿的特殊环境下形成亚洲白珠树属植物的一个次级分布中心。		整合白珠树属各个交叉学科领域的相关研究成果，对该属植物进行更深入的认识
	民族植物学	北美印第安人利用 *Gaultheria procumbens* L.、*G. shallon* Pursh、*G. hispidula*（L.）Munlenb.、*G. humifusa*（Grah.）Rhdb.、*G. ovatifolia* Gray 做药材、食材、食物添加剂、染料（Gilmore，1933；Reagan，1936；Elmore，1944；Raymond，1945；Rousseau，1946；Tantaquidgeon，1972；Gunther，1973；Turner，1973；Hamel 和 Chiltoskey，1975；Herrick，1977；Black，1980；Turner 和 Efrat，1982；Gill，1983；Turner 等，1983；Compton，1993）。中国少数民族使用滇白珠药用、食用、药用或作特色香料（马小军等，2001）。		
	保护状况	国际自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN Red List of Threatened Species）上仅有白珠树属 1 种	分布在阿根廷和智利的 *Gaultheria nubigena*（Phil.）B. L. Burtt & Sleumer。等级为易危 Vulnerable D1 级（依据濒危等级和标准 3. 1 版）（Hermann 和 Cambi，2006）。 参考链接：http://www. iucnredlist. org/details/summary/133713/0	
	植物栽培	整合 *Gaultheria procumbens* L. 和 *Gaultheria mucronata*（L. f.）Hook. & Arn. 的栽培方法	喜栽种在保持湿度的泥炭土（非碱性、如非石灰石土壤）中，适应一定的阴湿，但果期需足够光照。不适应营养充足的园艺土壤，避免施化肥。栽时混合细砂粒便于沥水，使用堆肥或泥炭栽种，并以腐殖树皮护根。偶尔施以隔离铁（sequestred iron）或泻盐（epsom salts）。可种子繁殖、夏季半木质化扦插繁殖或春季根孽繁殖。 参考链接： 维基百科 http://en. wikipedia. org/wiki/Gaultheria_procumbens http://www. telegraph. co. uk/gardening/howtogrow/3325925/How-to-grow-gaultheria-mucronata. html	

表 2　白珠树属红粉白珠 iFlora 数据信息

Table 2　iFlora data information of Gaultheria hookeri C. B. Clarke

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
核心数据（一级信息）Core data（primary information）	DNA 条形码数据	数据来源于 Ren 等（2011）（详细信息见例表 2）	居群采集地、凭证标本信息及馆藏地、DNA 条形码 GenBank 序列号、凭证标本植物的彩色图片（例图 6～9 示）	种级分类阶元的智能化鉴定
	关键识别特征	关键分类特征	小枝不明显延伸，直立或微有棱，红褐色，一般密被褐色刚毛或白色绒毛，稀无毛；老枝皮层轻度脱落，灰褐白色，具刚毛脱落后的痕迹；总状花序顶生或在枝条较高位置腋生；基部苞片大，宿存，宽椭圆形、椭圆卵形或近圆形；小苞片对生，着生于花硬中部以上，三角卵形，相似于苞片；花冠一般粉红色、淡洋红色	
	植物图像识别数据	植物馆藏标本图片、植物彩色图片	通过收集红粉白珠植物彩图，采用区域特征分析算法，并对茎、叶、花、果、等形态性状进行生物统计学分析建立数学模型，结合计算机图像处理技术提取红粉白珠的特征点，对该属植物进行相关的智能化二维鉴定，将与该种植物形态相似的一些类群抽提出来，或达到准确鉴定	
	分子系统发育（系统位置）	依据 APG Ⅲ（2009）、Kron 等（2002）、Lu 等（2010a）、Fritsch 等（2011） 门：植物门 Plantae 分类阶元：被子植物 Angiosperms 分类阶元：双子叶植物 Eudicots 分类阶元：菊类 Asterids 目：杜鹃花目 Ericales Dumort. 科：杜鹃花科 Ericaceae Durande 亚科：越橘亚科 Vaccinioideae Am. 族：白珠树族 Gaultherieae Nied. v 属：白珠树属 *Gaultheria* Kalm ex L 分类阶元：核心东亚分支 Core East Asian Clade 分类阶元：Ser. *Leucothoides* s. l. 支 种：红粉白珠 *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke	红粉白珠位于白珠树属核心东亚分支的 Ser. *Leucothoides* s. l. 支中最晚分化的一个小分支中（例图 10 示）。该种为非单系种，通过在西藏墨脱野外调查发现，该种易与同域分布的鹿蹄草叶白珠进行杂交，产生可育的杂交个体，也有可能和其他种，如草地白珠，杂交产生形态过渡类型个体。非单系种成因可能是网状进化（杂交）造成。该种为争取更多的生态位，易于对同域分布的其他种类进行基因渐渗或基因捕获（Lu 等，2010a）。	了解鉴定物种红粉白珠的分子系统发育关系和相关演化式样，获得近缘种信息

续表 2　Continued table 2

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
基础数据（二级信息）Basal data (secondary information)	分类学名称	中文名、中文地方名、拉丁名、异名	中文名：红粉白珠；中文地方名：白米果果（巧家药山）；拉丁名：*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke in J. D. Hooker，Fl. Brit. India 3：458. 1882.；异名：*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke var. *angustifolia* C. B. Clarke，Fl. Brit. India 3：458. 1882. *Gaultheria stapfiana* Airy Shaw，Kew Bull. 1952：171. 1952. *Gaultheria veitchiana* Craib，Gard. Chron. ser. 3，52：188. 1912.	获得红粉白珠的分类和系统学的基础数据，对该植物进行基本认知
	形态学描述	整合中国植物志、Flora of China、白珠树属专著性研究（Fritsch 等，2008）形态学描述数据	常绿灌木，直立或偶平卧，高约30～300 cm；雌花两性花异株；枝圆柱形，小枝不明显延伸，直立或微有棱，红褐色，一般密被褐色刚毛，或白色绒毛，稀无毛，老枝皮层轻度脱落，灰褐白色，具刚毛脱落后的痕迹；叶分散排列，叶柄长 2～10 mm，顶部膨大，有关节，多少被刚毛；叶片革质，倒披针形，稀椭圆形，长椭圆形，或倒卵形，长 3～12.7×(0.8–)1.3～4 cm，宽1～4 cm，先端浑圆或急尖，基部钝圆或楔形，边缘具短尖头的整齐锯齿，每侧 20～40 个，平坦或微后卷；叶背面绿色至棕色，有红色至黑色油腺点，多少被刚毛，叶表面光滑或在近中脉处被白色微柔毛；中脉在表面下陷，在背面隆起，侧脉(3 或）4（–7）对，两条侧脉沿着中脉上举，在近顶端处逐渐消失或相互连接，侧脉和三级脉在表面微凹陷，在背面隆起；总状花序顶生或在枝条较高位置腋生，花序轴长1.5～6.5 cm，纤细、开展，被白色柔毛，具 7～24 朵花，花芽秋季显出；基部苞片大，宿存，宽椭圆形、椭圆卵形或近圆形，长 2.5～6×2～4.5 mm，无脊，先端具凸尖，背面无毛，或微被白色柔毛，腹面被白色柔毛至硬毛，稀无毛，边缘具带柄腺毛；花梗长约 1～9 mm，无毛或白色柔毛；小苞片对生，着生于花硬中部以上，三角卵形，相似于苞片，长 1.7～3×1.2～2.1 mm，先端渐尖，有脊，具缘毛；萼 5 裂，1.8～3 mm，无毛，或近无毛，裂片三角形或三角卵形，近 1.4～2.2×1～2 mm，外侧无毛，内侧光滑或被白色柔毛，被缘毛，先端渐尖；花冠粉红色、淡洋红色、或稀白色或白色粉边，球状坛形，长约 3.5～5.5×1.8～4 mm，外侧无毛，内侧被白色刚毛，口部 5 浅裂，长椭圆形，短小，直径约 0.5～0.7 mm，微反折；雌花的退化雄蕊长约 1 mm；雄蕊 10 枚，花丝长约1～1.8 mm，扁平，中部以下膨大，无毛，花药 2 室，长约 0.7～1.3 mm，顶孔开裂，每室先端具 2 芒，芒长约 0.4～0.8 mm，微下弯，无毛，微被疣状凸起；花盘齿裂；子房被白色至黄褐色柔毛，花柱长 1.5～3 mm，无毛或微柔毛。花萼果期肉质膨大，萼片多少直立，边缘苍白；蒴果球形，光泽艳丽，被微柔毛，直径约 4～6 mm，白色、蓝色、紫黑色，花柱宿存。染色体 $2n\approx44$。（徐廷志，1991；Fang 和 Stevens，2005；Fritsch 等，2008）①	

① 表中下划线不同展示随着专著性研究的不断深入物种描述的变化，曲线部分为《中国植物志》（徐廷志，1991）；直线部分为《Flora of China》（Fang 和 Stevens，2005）；无标注部分为最新分类学修订（Fritsch 等，2008）。

续表 2　Continued table 2

数据分级 Data hierarchy	数据分类 Data classification	数据资料 Data attribute	相关内容 Data details	功能 Function
基础数据（二级信息）Basal data（secondary information）	物候特征	花、果期	花期为 5 月至 10 月，果期为 6 月至 11 月（Fritsch 等，2008）。	获得红粉白珠的分类和系统学的基础数据，对该植物进行基本认知
	生境	分布地地形地貌、植被类型、海拔等。	落叶阔叶林与高山草甸交界区、针叶林下；林缘、林下、草甸上、开阔山坡上、灌木丛中；海拔分布为（1 900～2 100）2 400～4 400 m（Fritsch 等，2008）.	
	出现频度	分布地常见		
	地理分布	中国分布地点及分布图，具体到县级。	数据来源于中国数字标本馆 CVH 及 Fritsch 等（2008），该种分布在西藏东南部（察隅县、林芝县、墨脱县、波密县）、云南西北和西中部（德钦县、维西县、中甸县、贡山县、福贡县、泸水县、腾冲县、梁河县、永平县、景东县）、中部（双柏县、峨山县）、东北部（镇雄县、彝良县、威信县）和东南部（屏边县、河口县、麻栗坡县）、贵州西部（盘县）、四川西部（天全县、泸定县、越西县、冕宁县、宝兴县、盐边县、峨眉县、名山县、石棉县、汶川县、汉源县、荥经县、普格县）（例图 11 示）。	
	模式标本	模式标本的相关信息	馆藏地：英国邱园植物标本馆（K）；采集人及采集号：J. D. Hooker, s. n.；采集时间：1849-08-02 海拔：10 000～11 000 ft.；采集地：印度锡金 Lachen（Fritsch 等，2008）	
	经济用途	食用、药用、观赏、工业用等	本种株型优美，灌丛整齐，合适作为城市道路园林绿化观赏之用（例图 12 示）。	
拓展数据（三级信息）Additional data（Tertiary information）	孢粉学	花粉四合体，大小为 36.3±1.8 μm；三环孔沟，沟长为 21.6±2.6 μm，沟宽为 1.9±0.6 μm；具沟孔；沟缘光滑或近光滑；沟膜模糊的颗粒至条纹状；极面细颗粒状；沟间区颗粒至条纹状（例图 13 示，Lu 等，2009）。		整合红粉白珠各个交叉学科领域的相关研究成果，对该植物进行更深入的认识
	种子形态学	种子斜锥形或梯形；种子小，约（0.58±0.13）mm×（0.34±0.05）mm；浅棕色；无翅；种脐区无突起；种子表面一级纹饰为网状、表皮细胞近圆形，大小为 7.1～107.1×4.8 μm～30.9 μm（例图 14 示，Lu 等，2010b）。		

〔参 考 文 献〕

李德铢, 陆露, 2011. 第18届国际植物学大会要事记［J］. 植物分类与资源学报, **33** (5): 518—520

吴征镒, 路安民, 汤彦承等, 2003. 中国被子植物科属综论［M］. 北京: 科学出版社, 496—499

徐廷志, 1991. 白珠树属, 杜鹃花科. 中国植物志 第57卷第3分册［M］. 北京: 科学出版社, 43—70

Airy-Shaw HK, 1940. Studies in the Ericales: IV. Classification of the Asiatic Species of *Gaultheria* [J]. *Bulletin of Miscellaneous Information* (*Royal Gardens*, *Kew*), **1940**: 306—330

APG III, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG Ⅲ [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **161**: 105—121

Argent GCG, Brunton D, 1984. Some chromosome numbers in Ericaceae [J]. *Notes from the Royal Botanic Garden*, *Edinburgh*, **41**: 561—564

Baas P, 1985. Comparative leaf anatomy of *Pernettya* Gaud. (Ericaceae) [J]. *Botanische Jahrbucher*, **105**: 481—495

Black MJ, 1980. Algonquin Ethnobotany: An Interpretation of Aboriginal Adaptation in South Western Quebec. Ottawa [J]. *National Museums of Canada*, **65**: 216

Burns KC, Dalen JL, 2002. Foliage color contrasts and adaptive fruit color variation in a bird-dispersed plant community [J]. *OIKOS*, **96**: 463—469

Bush CM, Lu L, Fritsch PW *et al*., 2009. Phylogeny of Gaultherieae (Ericaceae: Vaccinioideae) based on DNA sequence data from *matK*, *ndhF*, and nrITS [J]. *International Journal of Plant Sciences*, **170**: 355—364

Callan HG, 1941. The Cytology of *Gaulthettya wisleyensis* (Marchant) Rehder A New Mode of Species Formation [J]. *Annals of Botany*, **5**: 579

Camp WH, 1939. Studies in the Ericales. IV. Notes on *Chimaphila*, *Gaultheria* and *Pernettya* in Mexico and Adjacent Regions [J]. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, **66**: 7—28

Chou YL, 1952. Floral morphology of three species of *Gaultheria* [J]. *Botanical Gazette*, **114**: 198—221

Compton BD, 1993. *Upper North Wakashan and Southern Tsimshian Ethnobotany*: *The Knowledge and Usage of Plants* [M]. Ph. D. Dissertation, University of British Columbia, 333

Copeland HF, 1932. Philippine Ericaceae. III. A taxonomic revision [J]. *Philippine Journal of Science*, **47**: 57—63

Corcoran CM, 1981. *A Revision of the Mexican and Guatemalan Taxa of Gaultheria* (*Ericaceae*) [M]. Wisconsin: University of Wisconsin-Madison

Cox HT, 1948. Studies in the comparative anatomy of the Ericales. II. Ericaceae-subfamily Arbutoideae [J]. *American Midland Naturalist*, 493—516

Don G, 1834. *A General History of the Dichlamydeous Plants Vol 3* [M]. London: JG & F. Rivington

Ellis B, Towers G, 1969. The biogenesis of catechol in *Gaultheria* [J]. *Photochemistry*, **8**: 1415—1417

Elmore FH, 1944. *Ethnobotany of the Navajo* [M]. Sante Fe, NM: School of American Research, 66

Fang RC, 1999. New Taxa of Ericaceae from China [J]. *Novon*, **9**: 162—178

Fang RZ, Stevens PF, 2005. *Gaultheria* L. (A). In: Wu ZY, Raven PH, Hong DY (eds.), *Flora of China* [M]. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, **14**: 464—475

French K, 1992. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyll forest in southeastern Australia: Are birds an important influence [J]. *Oecologia*, **90**: 366—373

Fritsch PW, Zhou LH, Lu L *et al*., 2008. The flowering plant genus *Gaultheria* (Ericaceae) in the Gaoligong Shan, along the border region of China and Myanmar [J]. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, **59** (4): 147—214

Fritsch PW, Lu L, Bush CM *et al*., 2011. Phylogenetic analysis of the wintergreen group (Ericaceae) based on six genic regions [J]. *Systematic Botany*, **36** (4): 1—14

Gill SJ, 1983. *Ethnobotany of the Makah and Ozette People*, *Olympic Peninsula*, *Washington* (*USA*) [M]. Ph. D. Dissertation, Washington State University, 299

Gilmore MR, 1933. *Some Chippewa Uses of Plants* [M]. Ann Arbor.: University of Michigan Press, 138

Gunther E, 1973. *Ethnobotany of Western Washington* [M]. Seattle: University of Washington Press, 43

Ren H, Lu L, Wang H *et al*., 2011. DNA barcoding of *Gaultheria* L. in China (Ericaceae: Vaccinioideae) [J]. *Journal of Systematics and Evolution*, **49** (5): 411—424

Hagerup O, 1928. Morphological and cytological studies of Bicornes [J]. *Dansk Botanisk Arkiv*, **6**: 1—26

Hamel PB, Chiltoskey MU, 1975. *Cherokee Plants and Their Uses——A 400 Year History* [M]. Sylva: N. C. Herald Publishing Co., 61

Harborne JB, 1967. *Comparative Biochemistry of the Flavonoids* [M]. London: Academic Press New York

Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL *et al*., 2003. Biological identifications through DNA barcodes [J]. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, **270**: 313—321

Hermann PM, Palser BF, 2000. Stamen development in the Ericaceae. I. Anther wall, microsporogenesis, inversion, and appendages [J]. *American Journal of Botany*, **87**: 934—957

Hermann P, Cambi VN, 2006. *Gaultheria nubigena* (Ericaceae), una especie rara en la Argentina [J]. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, **41** (3-4): 317—322

Herrick JW, 1977. Iroquois Medical Botany [D]. State University of New York, Albany, 410

Hersey RE, Vander KSP, 1976. Taxonomy and distribution of

Gaultheria in the Caribbean [J]. *Revue Canadienne De Botanique*, **54**: 2465—2472

Ibrahim RK, Towers GH, 1960. The identification, by chromatography, of plant phenolic acids [J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **87**: 125—128

Judd WS, 1981. A monograph of *Lyonia* (Ericaceae) [J]. *Journal of the Arnold Arboretum*, **62**: 315—436

Judd WS, 1982. A taxonomic revision of *Pieris* (Ericaceae) [J]. *Journal of the Arnold Arboretum*, **63**: 103—144

Kron KA, Judd WS, Stevens PF *et al*., 2002. Phylogenetic classification of Ericaceae: molecular and morphological evidence [J]. *Botanical Review*, **68**: 335—423

Kron KA, Luteyn JL, 2005. Origins and biogeographic patterns in Ericaceae: newinsights from recent phylogenetic analyses [A]. In: Friis I, Balslev H (eds.), *Plant Diversity and Complexity Patterns: Local, Regional, and Global Dimensions* [M]. Biologiske Skrifter, Royal Danish Academy of Sciences and Letters, **55**: 479—500

Love A, Love D, 1973. *Chiogenes* or *Gaultheria*, a question of generic definition [J]. *American Rock Garden Society Bulletin*, **31**: 127—129

Lems K, 1964. Evolutionary studies in the Ericaceae. II. Leaf anatomy as a phylogenetic index in the Andromedeae [J]. *Botanical Gazette*, **125** (3): 178—186

Lens F, Kron KA, Luteyn JL *et al*., 2004. Comparative wood anatomy of the blueberry tribe (Vaccinieae, Ericaceae s.l) [J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **91**: 566—592

Li DZ (李德铢), Wang YH (王雨华), Yi TS (伊廷双) *et al*., 2012. The next-generation Flora: iFlora [J]. *Plant Diversity and Resources*, **34** (6): 525—531

Lu L, Wang H, Fritsch PW *et al*., 2009. Pollen morphology of *Gaultheria* L. and related genera of subfamily Vaccinioideae: taxonomic and evolutionary significance [J]. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **154**: 106—123

Lu L, Fritsch PW, Cruz BC *et al*., 2010a. Reticulate evolution, cryptic species, and character convergence in the core East Asian clade of *Gaultheria* (Ericaceae) [J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **57**: 364—379

Lu L, Fritsch PW, Bush CM *et al*., 2010b. Systematic implications of seed coat diversity in the Gaultherieae (Ericaceae) [J]. *Botanical Journal of Linnean Society*, **162**: 477—495

Ma XJ (马小军), Zhao L (赵玲), Han ZT (韩振泰) *et al*., 2002. Comparison of the contents of lignans glycosides in 5 medicinal plants of *Gaultheria* by HPLC [J]. *Journal of Plant Resources and Environment* (植物资源与环境学报), **11** (2): 61—62

Ma XJ (马小军), Zheng JH (郑俊华), Chen XZ (陈新滋), 2001. Studies on Resources of Ethnomedicine *Gaultheria leucocarpa* var. *yunnanensis* [J]. *China J Chinese Materia Medica* (中国中药杂志), **26** (2): 85—89

Matthews JR, Knox EM, 1926. The comparative morphology of the stamen in the Ericaceae [J]. *Proceedings of the Botanical Society of Edinburgh*, **29**: 243—281

Mehra PN, Bawa KS, 1969. Chromosomal evolution in tropical hardwoods [J]. *Evolution*, **23**: 466—481

Middleton DJ, Wilcock CC, 1990. Chromosome counts in *Gaultheria* and related genera [J]. *Edinburgh Journal of Botany*, **47**: 303—313

Middleton DJ, 1991a. Taxonomic studies in the *Gaultheria* group of genera of the tribe Andromedeae (Ericaceae) [J]. *Edinburgh Journal of Botany*, **48**: 283—306

Middleton DJ, 1991b. Ecology, reproductive biology and hybridization in *Gaultheria* L. [J]. *Edinburgh Journal of Botany*, **48**: 81—89

Middleton DJ, 1992. A chemotaxonomic survey of flavonoids and simple phenols in the leaves of *Gaultheria* L. and related genera (Ericaceae) [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **110**: 313—324

Middleton DJ, 1993. A systematic survey of leaf and stem anatomical characters in the genus *Gaultheria* and related genera (Ericaceae) [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **113**: 199—215

Mirick S, Quinn JA, 1981. Some observations on the reproductive biology of *Gaultheria procumbens* (Ericaceae) [J]. *American Journal of Botany*, **68** (10): 1298—1305

Nelson GL, 1978. Notes on the chromosome number of *Gaultheria procumbens* L. (Ericaceae) [J]. *Rhodora*, **80**: 594—595

Newcomer EH, 1941. Chromosome numbers of some species and varieties of *Vaccinium* and related genera [J]. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, **38**: 468—470

Niedenzu F, 1890. Über den anatomischen bau der laubblatter der Arbutoideae und Vaccinioideae in Beziehung zu ihrer systematischen Gruppierung und geographischen verbreitung [J]. *Botanische Jahrbücher*, **11**: 134—263

Pojar J, 1974. Reproductive dynamics of four plant communities of southwestern British Columbia [J]. *Canadian Journal of Botany*, **52**: 1819—1834

Powell JM, Kron KA, 2001. An analysis of the phylogenetic relationships in the wintergreen group (*Diplycosia*, *Gaultheria*, *Pernettya*, *Tepuia*; Ericaceae) [J]. *Systematic Botany*, **26** (4): 808—817

Rains KC, Nadkarni NM, Bledsoe CS, 2003. Epiphytic and terrestrial mycorrhizas in a lower montane Costa Rican cloud forest [J]. *Mycorrhiza*, **13**: 257—264

Raymond M, 1945. Notes Ethnobotaniques Sur Les Tete-De-Boule De Manouan [J]. *Contributions de l'Institut botanique l'Universite de Montreal*, **55**: 113—134

Reader RJ, Aslam M, Lowe SB*et al*., 1977. Bog ericad flowers: self-compatibility and relative attractiveness to bees [J]. *Revue Canadienne De Botanique*, **55**: 17

Reagan AB, 1936. Plants Used by the Hoh and Quileute Indians [J]. *Kansas Academy of Science*, **37**: 55—70

Rousseau J, 1946. Notes Sur L'ethnobotanique D'anticosti [J]. *Archives de Folklore*, **1**: 60—71

Samuelsson G, 1913. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger bicornes-typen: Ein Beitrag zur Kenntnis der systematischen Stellung der Diapensiaceen und Empetraceen [J]. *Svensk Botanisk Tidskrift*, **7**: 97—188

Sanders RW, Stuessy TF, Rodríguez R, 1983. Chromosome numbers from the flora of the Juan-Fernandez Islands, Chile [J]. *American Journal of Botany*, **70**: 799—810

Sleumer H, 1967. Ericaceae [A]. In: van Steenis CGGJ (ed.), *Flora Malesiana*, ser.1, vol.6, part.4. N.V [M]. Groningen: Dijkstra's Drukkerij V/H Boekdrukkerij Gebr. Hoitsema, 469—668

Stevens PF, 1970. *Agauria* and *Agarista*: an example of tropical transatlantic affinity [J]. *Notes Royal Bot Gard Edinburgh*, **30**: 341—359

Stevens PF, 1969. *Taxonomic studies in the Ericaceae* [M]. Edinburgh: University of Edinburgh

Stevens PF, 1971. A classification of the Ericaceae: subfamilies and tribes [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **64**: 1—53

Tantaquidgeon G, 1972. *Folk Medicine of the Delaware and Related Algonkian Indians* [M]. Harrisburg: Pennsylvania Historical Commission Anthropological, 33—36

Thomas GS, 1992. *Ornamental Shrubs, Climbers and Bamboos. Contains a wide range of plants with a brief description, mainly of their ornamental value but also usually of cultivation details and varieties* [M]. Portland, Or.: Sagapress/Timber Press

Towers GHN, Tse A, Mass WSG, 1966. Phenolic acids and phenolic glycosides of *Gaultheria* species [J]. *Phytochemistry*, **5**: 677—681

Turner NJ, 1973. The Ethnobotany of the Bella Coola Indians of British Columbia [J]. *Syesis*, **6**: 193—220

Turner NJ, Efrat BS, 1982. *Ethnobotany of the Hesquiat Indians of Vancouver Island* [M]. Victoria: British Columbia Provincial Museum, 65

Turner NJ, Thomas J, Carlson BF *et al.*, 1983. *Ethnobotany of the Nitinaht Indians of Vancouver Island* [M]. Victoria: British Columbia Provincial Museum, 104

Urcelay C, 2002. Co-occurrence of three fungi root symbionts in *Gaultheria poeppiggi* DC in Central Argentina [J]. *Mycorrhiza*, **12**: 89—92

Villamil PH, Palser BF, 1980. Studies of floral morphology in the Ericales. IX. Organography, vascular anatomy and megagametophyte in three species of Gaultherieae [J]. *Phytomorphology*, **30**: 250—265

Watson L, 1964. Some Remarkable Inflorescences in the Ericales and thier Taxonomic Significance [J]. *Annals of Botany*, **28**: 311

Xiao GP, Berch SM, 1992. Ericoid mycorrhizal fungi of *Gaultheria shallon* [J]. *Mycologia*, **84** (3): 470—471

Xu TZ (徐廷志), 1981. Preliminary study of classification on Chinese *Gaultheria* [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **3**: 417—434

例表1 白珠树属及近缘属代表种的 DNA 条形码信息

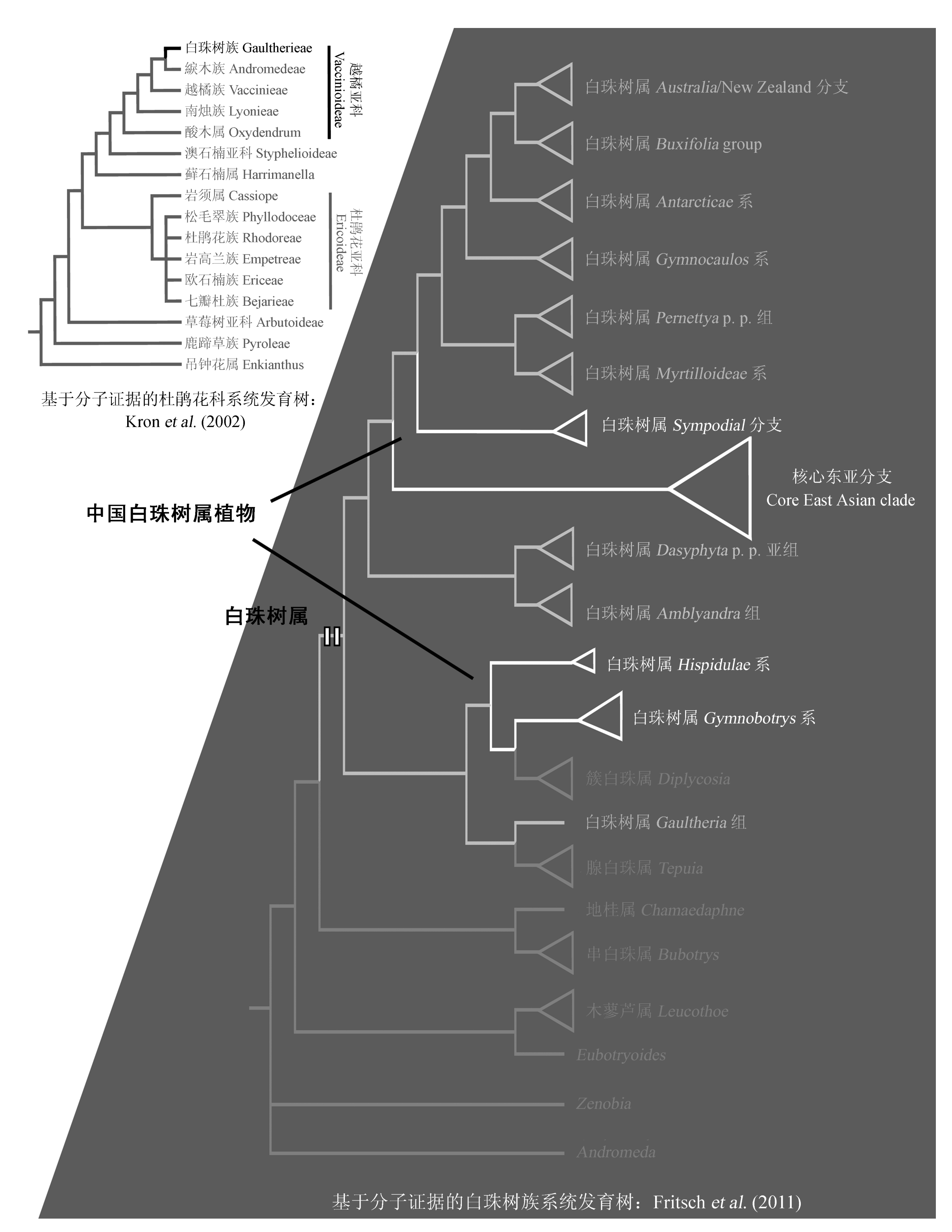
Demo-table 1 DNA barcoding information of representatives of *Gaultheria* Kalm ex L. and its related genera

种名 Species name	GenBank 序列号 GenBank accession number		
	ITS	*rbc*L	*mat*K
Gaultheria miqueliana Takeda	AF358891	AF124590	AF124567
Gaultheria shallon Pursh.	JF801581	AF124574	AF124565
Gaultheria tasmanica(Hook. f.) D. J. Middleton	JF801616	PTU82765	AF124568
Diplycosia acuminata Becc.	JF801564	AF124586	AF124563
Tepuia cardonae A. C. Sm.	JF801560	AF124575	AF124566
Leucothoe fontanesiana (Steud.) Sleumer	JF801555	AF124585	AF124570
Eubotrys racemosa Nutt.	JF801556	LRU83915	AF124564
Chamaedaphne calyculata (L.) Moench	JF801558	L12606	AF015630

例表2 红粉白珠的 DNA 条形码信息

Demo-table 2 DNA barcoding information of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke

居群采集地 Population locality	凭证标本信息及馆藏地 Voucher & herbarium	GenBank 序列号 GenBank accession number			
		*rbc*L	*mat*K	*trn*H-*psb*A	ITS
云南贡山县 Gongshan County, Yunnan	L. Lu *et al*. 06DYK-1 (KUN)	JF941635	JF953792	JN044618	JF976378
	L. Lu *et al*. 06DYK-2 (KUN)	JF941634	JF953791	JN044617	JF976377
西藏墨脱县 Medog County, Tibet	L. Lu *et al*. 07089-2 (KUN)	JF941631	HM597362	JN044614	HM597275
	L. Lu *et al*. 07089-3 (KUN)	JF941633	JF953790	JN044616	JF976376
四川省泸定县 Luding County, Sichuan	S. D. Zhang & W. B. Yü 009 (KUN)	JF941630	HM597364	JN044613	HM597277
云南省贡山县 Gongshan County, Yunnan	GLGS16817 (CAS)	JF941640	HM597412	JN044623	HM597336

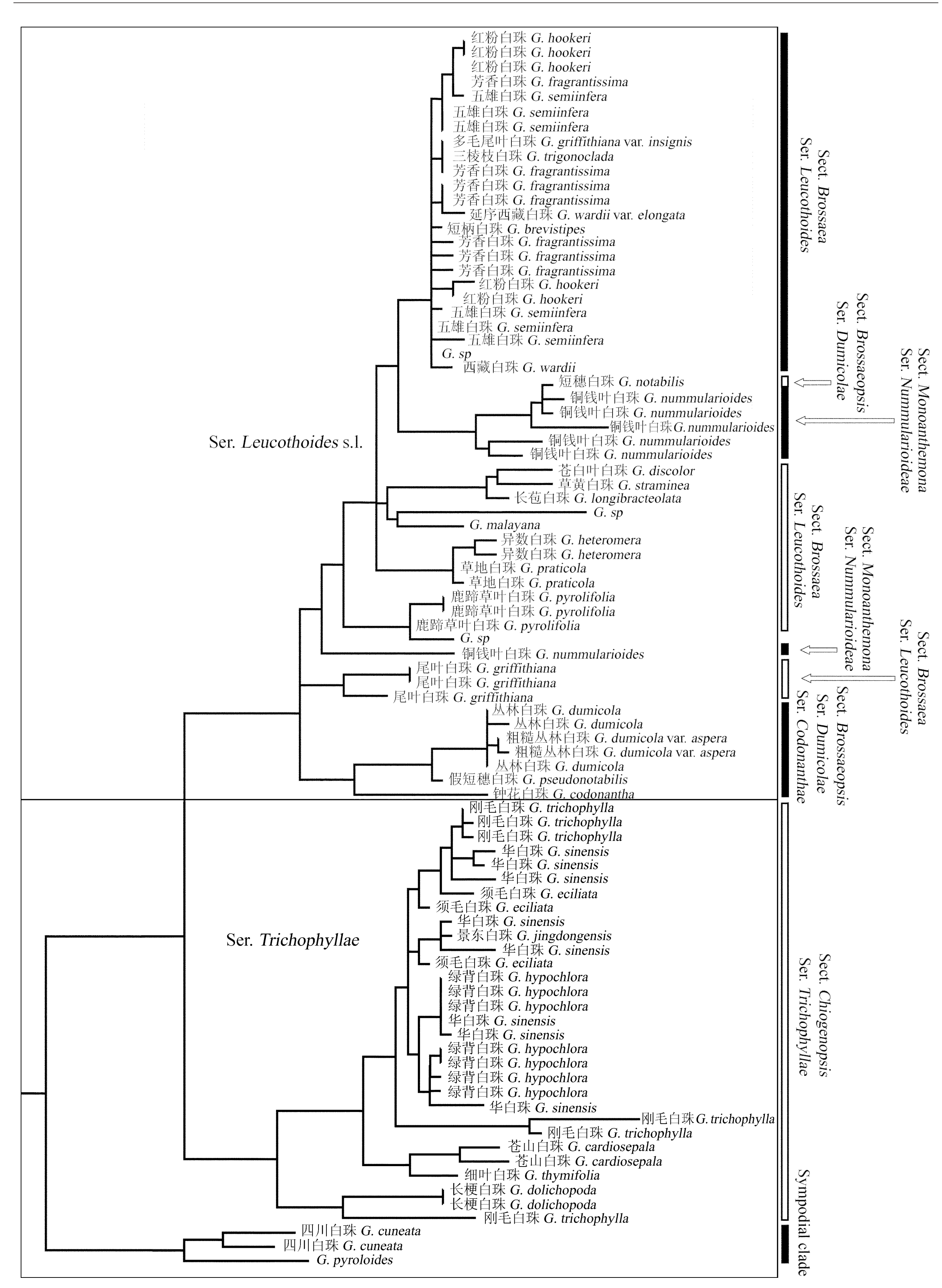


例图 1　基于分子证据的中国白珠树属系统发育（Fritsch 等，2011）

【白珠树属、簇白珠属和串白珠属构成的分支上的图标“□”表示两个共衍征：水杨酸甲酯和果期肉质化花萼】

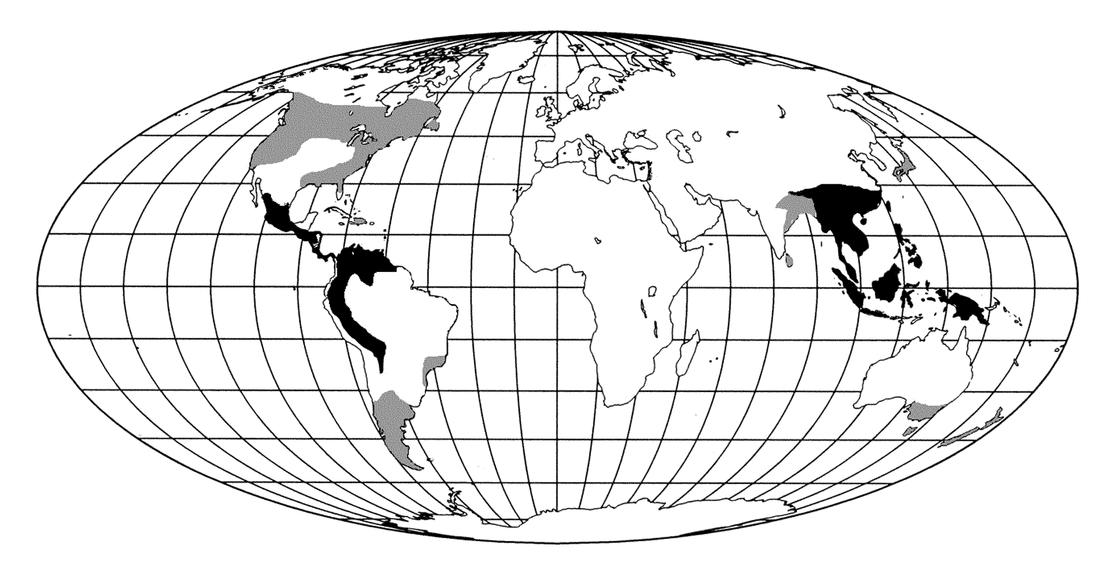
Demo-figure 1　Phylogeny of *Gaultheria* from China based on molecular data of Fritsch *et al*.（2011）

［The symbol “□” on the branch leading to *Gaultheria*, *Diplycosia* and *Tepuia* representing two synapomorphies, i. e., the presence of methyl salicylate (oil of wintergreen) and a fleshy calyx that surrounds the mature fruit］



例图2 中国白珠树属核心东亚分支的分子系统发育（Lu 等，2010a）

Demo-figure 2 Phylogeny of the core East Asian clade of *Gaultheria* from China based on molecular data of Lu *et al*. (2010a)

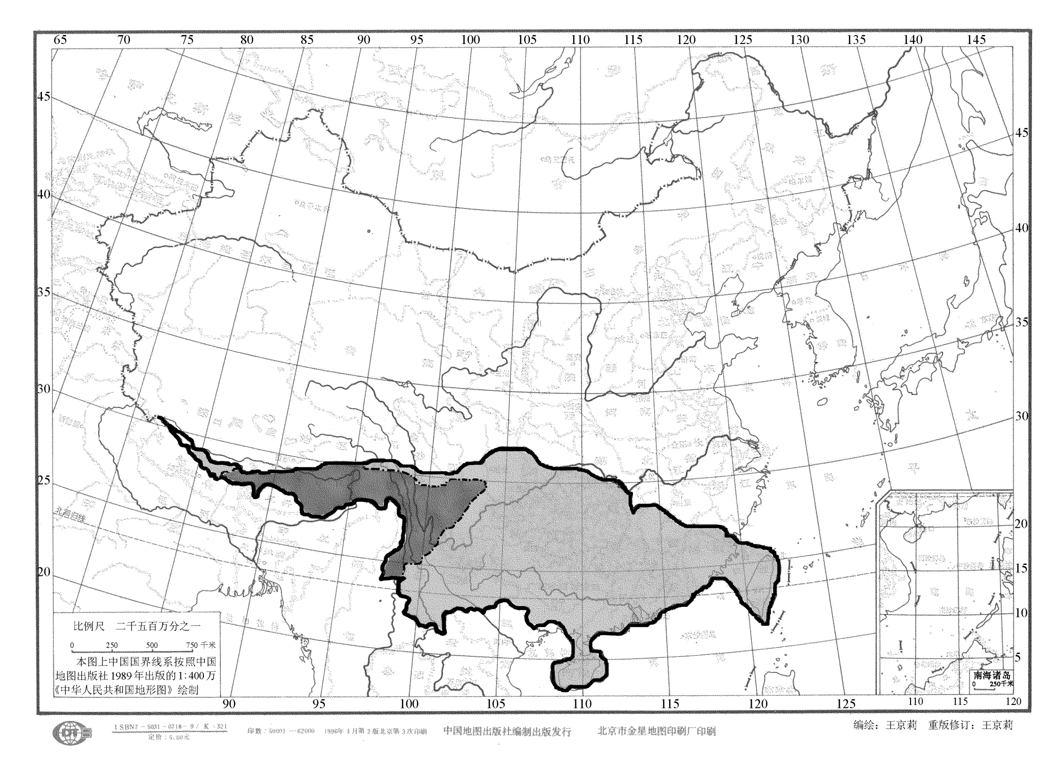


例图 3　白珠树属世界分布区图

（Peter W Fritsch 绘，底图来自 www.freeworldmaps.net）物种多样性：低纬度地区（黑色）高于高纬度地区（灰色）

Demo-figure 3　Distribution of *Gaultheria* in the world

(illustrated by Peter W Fritsch, map from www.freeworldmaps.net), species diversity of low-latitude area (black) higher than that of high-latitute area (gray)



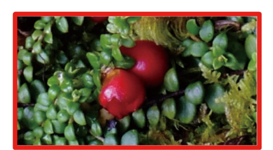
例图 4　白珠树属中国分布区图

（陆露绘，底图来自王京莉编绘，1996 版，中国地图出版社编制）物种多样性：
喜马拉雅–横断山区（深灰色）高于其他地区（浅灰色）

Demo-figure 4　Distribution of *Gaultheria* in China

(illustrated by Lu Lu, map illustrated by Jing-Li Wang, 1996 version, Chinese Map Press), species diversity of Himalaya-Hengduan Mountains (deep gray) higher than that of any other area (light gray)


Sect. *Chiogenopsis*
Ser. *Trichophyllae*
(*Gaultheria trichophylla* var. *tetracme* Airy Shaw)
四芒刺毛白珠


Sect. *Chiogenopsis*
Ser. *Hispidulae*
(*Gaultheria suborbicularis* W. W. Smith)
伏地白珠


Sect. *Monoanthemona*
Ser. *Nummularioideae*
(*Gaultheria nummularioides* D. Don)
铜钱叶白珠


Sect. *Brossaeopsis*
Ser. *Dumicolae*
(*Gaultheria dumicola* W. W. Smith)
丛林白珠


Sect. *Brossaeopsis*
Ser. *Codonanthae*
(*Gaultheria codonantha* Airy Shaw)
钟花白珠


Sect. *Brossaea*
Ser. *Leucothoides*
(*Gaultheria fragrantissima* wallich)
芳香白珠


Sect. *Brossaea*
Ser. *Leucothoides*
(*Gaultheria cuneata* (Rehder & E. H. Wilson) Bean)
四川白珠


Sect. *Brossaea*
Ser. *Gymnobotrys*
(*Gaultheria leucocarpa* var. *yunnanensis* (Franchet) T. Z. Hsu & R. C. Fang)
滇白珠

Section 1 *Gaultheria*
Section 2 *Chiogenopsis* Middleton
- Series 1 *Trichophyllae* Ariy-Shaw
- Series 2 *Hispidulae* Airy-Shaw
- Series 3 *Novaguineenses* Middleton
- Series 4 *Pernettyoideae* Middleton

Section 3 *Amblyandra* Airy-Shaw
Section 4 *Chamaephyta* Middleton
- Series 1 *Antarcticae* Middleton
- Series 2 *Nubicolae* Middleton

Section 5 *Gymnocaulos* Middleton
Section 6 *Monoanthemona* Middleton
- Series 1 *Antipodae* Middleton
- Series 2 *Nummularioideae* Airy-Shaw
- Series 3 *Myrtilloideae* Middleton

Section 7 *Pernettya* (Gaud.) Middleton
Section 8 *Pseudogaultheria* (Sleumer) Middleton
Section 9 *Brossaeopsis* Airy-Shaw
- Series 1 *Dumicolae* Airy-Shaw
- Series 2 *Atjehenses* Airy-Shaw
- Series 3 *Codonanthae* Middleton

Section 10 *Brossaea* (L.) Middleton
- Subsection I. *Dasyphyta* Middleton
  - Series 1 *Domingenses* Middleton
  - Series 2 *Reticulatae* Middleton
  - Series 3 *Tomentosae* Middleton
  - Series 4 *Insipidae* Middleton
  - Series 5 *Parvifoliae* Middleton
- Subsection II. *Botryphoros* Middleton
  - Series 1 *Leucothoides* (Airy-Shaw) Middleton
  - Series 2 *Gymnobotrys* (Airy-Shaw) Middleton
  - Series 3 *Hispidae* Middleton
  - Series 4 *Rupestres* Middleton
  - Series 5 *Nubigenae* Middleton

例图 5 基于形态学证据的中国白珠树属分类系统（Middleton, 1991a）
Demo-figure 5 Systematic classification of *Gaultheria* in China based on morphology (Middleton, 1991a)


例图 6 红粉白珠（*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke）的生境（陆露 摄）（凭证标本信息：L. Lu *et al*. 07089）
Demo-figure 6 Habitat of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke (Photograph by Lu Lu) (Voucher: L. Lu *et al*. 07089)


例图 7 红粉白珠（*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke）的植株（陆露 摄）（凭证标本信息：L. Lu *et al*. 06DYK）
Demo-figure 7 Individuals of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke (Photograph by Lu Lu) (Voucher: L. Lu *et al*. 06DYK)



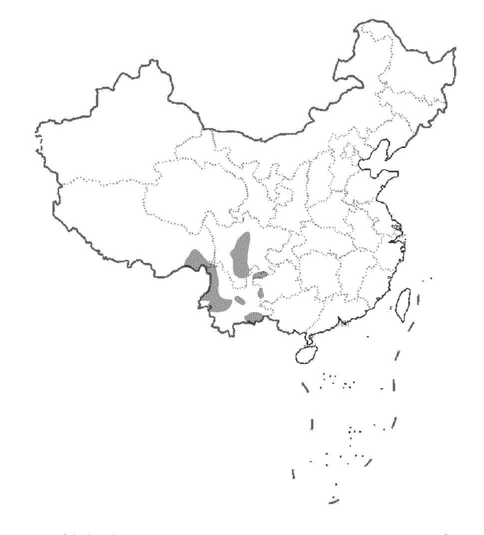
例图 8　红粉白珠（*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke）的花（陆露 摄）（凭证标本信息：L. Lu *et al*. 06DYK）
Demo-figure 8　Flowers of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke (Photograph by Lu Lu) (Voucher: L. Lu *et al*. 06DYK)



例图 9　红粉白珠（*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke）的果实（陆露 摄）（凭证标本信息：L. Lu *et al*. 07089）
Demo-figure 9　Fruits of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke (Photograph by Lu Lu) (Voucher: L. Lu *et al*. 07089)

红粉白珠 *G. hookeri*
红粉白珠 *G. hookeri*
红粉白珠 *G. hookeri*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
五雄白珠 *G. semiinfera*
五雄白珠 *G. semiinfera*
五雄白珠 *G. semiinfera*
多毛尾叶白珠 *G. griffithiana* var. *insignis*
三棱枝白珠 *G. trigonoclada*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
延序西藏白珠 *G. wardii* var. *elongata*
短柄白珠 *G. brevistipes*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
芳香白珠 *G. fragrantissima*
红粉白珠 *G. hookeri*
红粉白珠 *G. hookeri*
五雄白珠 *G. semiinfera*
五雄白珠 *G. semiinfera*
五雄白珠 *G. semiinfera*
G. sp
西藏白珠 *G. wardii*
短穗白珠 *G. notabilis*
铜钱叶白珠 *G. nummularioides*
铜钱叶白珠 *G. nummularioides*
铜钱叶白珠 *G. nummularioides*
铜钱叶白珠 *G. nummularioides*
铜钱叶白珠 *G. nummularioides*
苍白叶白珠 *G. discolor*
草黄白珠 *G. straminea*
长苞白珠 *G. longibracteolata*
G. sp
G. malayana
异数白珠 *G. heteromera*
异数白珠 *G. heteromera*
草地白珠 *G. praticola*
草地白珠 *G. praticola*
鹿蹄草叶白珠 *G. pyrolifolia*
鹿蹄草叶白珠 *G. pyrolifolia*
鹿蹄草叶白珠 *G. pyrolifolia*
G. sp
铜钱叶白珠 *G. nummularioides*
尾叶白珠 *G. griffithiana*
尾叶白珠 *G. griffithiana*
尾叶白珠 *G. griffithiana*
丛林白珠 *G. dumicola*
丛林白珠 *G. dumicola*
粗糙丛林白珠 *G. dumicola* var. *aspera*
粗糙丛林白珠 *G. dumicola* var. *aspera*
丛林白珠 *G. dumicola*
假短穗白珠 *G. pseudonotabilis*
钟花白珠 *G. codonantha*
Ser. ***Leucothoides*** s.l.
Ser. *Trichophyllae*
白珠树属核心东亚分支
Sect. Brossaea* Ser. *Leucothoides
Sect. *Brossaeopsis* Ser. *Dumicolae*
Sect. *Monoanthemona* Ser. *Nummularioideae*
Sect. *Brossaea* Ser. *Leucothoides*
Sect. *Monoanthemona* Ser. *Nummularioideae*
Sect. *Brossaea* Ser. *Leucothoides*
Sect. *Brossaeopsis* Ser. *Dumicolae* Ser. *Codonanthae*

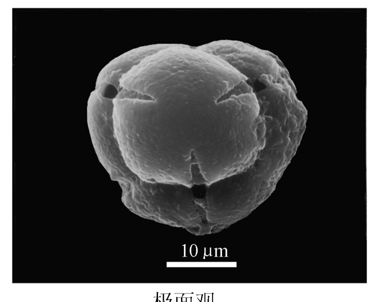
例图 10　红粉白珠（*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke）系统位置【改自 Lu 等（2010a）】
Demo-figure 10　Phylogenetic position of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke [modified from Lu *et al*. (2010a)]



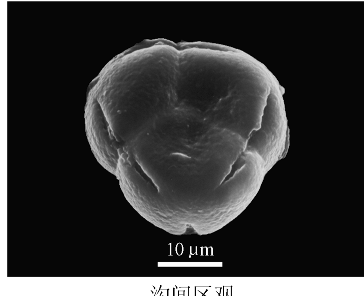
例图11 红粉白珠 (*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke) 中国分布图
(陆露 绘, 地图底图来自 www. dd-study. cn/pictures/pic6/244. html)
Demo-figure 11 Distribution of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke in China
(illustrated by Lu Lu, map from www. dd-study. cn/pictures/pic6/244. html)



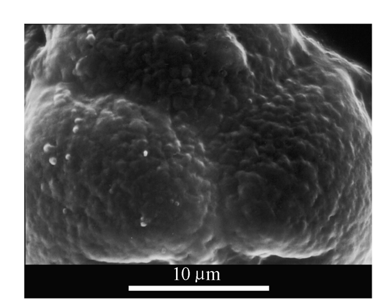
例图12 红粉白珠 (*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke)
植株野外植株形态 (陆露 摄)
Demo-figure 12 *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke
in the field (Photograph by Lu Lu)



极面观
Apocolpium view

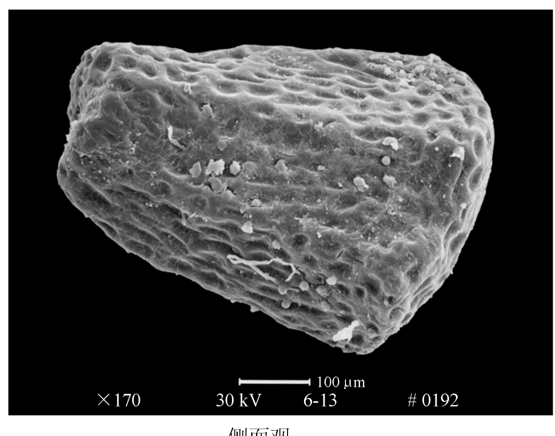


沟间区观
Mesocolpium view

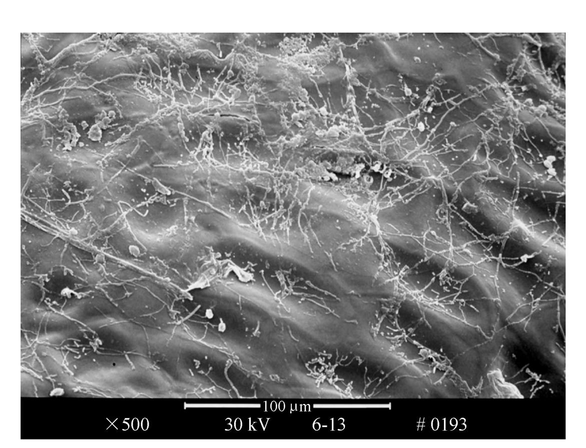


花粉纹饰
Pollen sculpture

例图13 红粉白珠 (*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke) 花粉
Demo-figure 13 Pollen morphology of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke



侧面观
Lateral view



表皮细胞
Epidermal cell

例图14 红粉白珠 (*Gaultheria hookeri* C. B. Clarke) 种子
Demo-figure 14 Seed morphology of *Gaultheria hookeri* C. B. Clarke